CONTRIBUCIÓN AL CONOCIMIENTO DE LOS FORAMINÍFEROS QUE SIRVEN DE ALIMENTO A LAS *HOLOTURIAS*

por Guillermo Mateu

Introducción

La gran variedad específica de los Foraminíferos hallados en el contenido gástrico de 6 ejemplares de *Holoturia* sp. recogidos en el Puerto de Sóller (Mallorca) nos ha movido a presentar estas notas bioecológicas sobre tales rizópodos marinos, en su mayoría bentónicos, y que, como vimos en las *Pinna nobilis* L. (Mateu, 1968), son ingeridos por la fauna bentónica marina como integrantes del sustrato arenaceo-fito-fangoso que les sirve de habitat.

Los holoturioideos del presente estudio nos han ofrecido en su contenido intestinal gran abundancia de Foraminíferos cuyas especies caracterizan sobre todo el litoral N.W. de la isla de Mallorca como son los *Nubeculariidae, Miliolidae, Cibicididae* y *Planorbulinidae.*

Al igual que el estudio de los Foraminíferos de las *Pinna nobilis* L., junto al estudio cualitativo y cuantitativo de las especies halladas señalamos los diversos biotopos característicos de cada una de éllas y posibles indicadoras del habitat propio de los holoturioideos del litoral mallorquín.

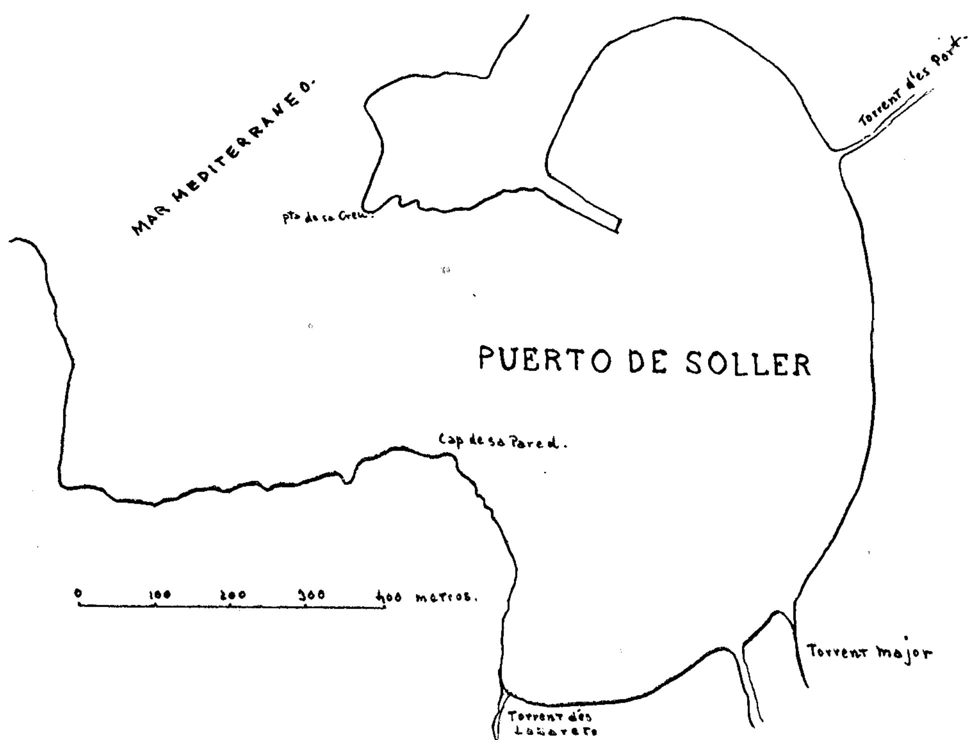
Estas holoturias del Puerto de Sóller no sobrepasan los 20 cms. de longitud y el peso del contenido intestinal de los 6 ejemplares, una vez hervido con KOH diluido y secado a la estufa, es del orden de los 22,93 grs., que podemos distribuir según los siguientes tamaños:

Mayor que 1,50 mm. . . .	2,66 grs.
De 1'50 mm a 1'00 mm . .	1,15 grs.
De 1,0 mm. a 0,5 mm. . .	19,12 grs.

Sabemos que, tales holoturioideos viven en biotopos litorales, alguícolas y posidonícolas, no muy inferiores a los 10 m. de profundidad.

La clasificación y el recuento de los Foraminíferos tan sólo los hemos realizado con los materiales de tamaño no inferior a 1,00 mm. y cuyo peso es del orden de los 3,91 grs., ya que el resto del material contenía tan sólo formas incompletas e individuos embrionarios.

Es nuestro propósito destacar aquí la ayuda que nos ha proporcionado D. Juan Trías Castell, de Sóller, tanto por la recogida del material como por las excepcionales microfotografías que completan este estudio.



Distribución sistemática, numérica y biotópica de los foraminíferos

Especies	Número de ejemplares: De 1,5 mm. a 2 mm	De 1,0 mm. a 1,5 mm.	Biotopos
AMMODISCIDAE:			
Tolypammina vagans (Brady)		1	Barros grises
TEXTULARIDAE:			
Textualaria agglutinaus (D, Orb.)		1	Gravilla-conchuela
T. candeiana (D, Orbigny)		3	Id.
T. communis (D, Orb.)		5	Id.
T. gramen (D, Orb.)		5	Id.
T. pseudorugosa Lacroix		3	Id.
Textularia sp.		1	Id.
Valvotextularia alboranensis Colom		2	Id.
FISCHERINIDAE:			
Cornuspiroides sp.	1		Gravilla, conchuela y barros grises
Fischerina sp.		1	Id.
NUBECULARIIDAE:			
Nubecularia lucifuga Defr.	12	61	Posidonia
N. massutiniana Colom	3	12	Algas
Spiroloculina excavata (D, Orb.)	2	4	Posidonia
Spiroloculina cymbium (D, Orb.)		1	Id.
Spiroloculina disparilis (D, orb.)		1	Id.
Nodobacularia (Gymnesina) glomerosa			Id.
Colom		1	Id.
Nodophtalmidium sp.		1	Id.
Vertebralina striata (D, Orb.)	1	25	Id.
MILLIOLIDAE:			
Quinqueloculina agglutinans (D, Orb.)		5	Id.
Q. berthelotiana, (D, Orb.)		1	Id.

Especies	Número de ejemplares: De 1,5 mm. a 2 mm.	De 1,0 mm. a 1,5 mm.	Biotopos
Q. bicornis (D, Orb.)		2	Posidonia
Q. bradyana Cushman		1	Id.
Q. candeiana (D, Orb.)		1	Id.
Q. cliarensis Heron-Allen & Earland		1	Id.
Q. disparilis (D, Orb.)	2		Id.
Q. esclerotica Karrer (= *quadrata* Norvang)	1	4	Id.
Q. laevigata (D, Orb.)		3	Id.
Q. lamarkiana (D, Orb.)	1	6	Id.
Q. laticollis Le Calvez		5	Id.
Q. rugosa (D, Orb.)		2	Id.
Q. reticulata (D, Orb.) var. *carinata* (D, Orb.)		1	Id.
Q. seminula (D, Orb.)		6	Id.
Q. viennensis Le Calvez		1	Id.
Q. vulgaris (D, Orb.)		2	Id.
Q. aff. aspera (D, Orb.)		1	Id.
Q. aff. laticollis Le Calvez		1	Id.
Q. aff. pulchella (D, Orb.)		1	Id.
Q. aff. seminula var. *cornuta* Sideb.	1		Id.
Q. aff. ungeriana (D, Orb.)		1	Id.
Quinqueloculina sp.		1	Id.
Triloculina cuneata Karrer	1	3	Id.
T. marioni Schlumberger		5	Id.
Triloculina oblonga (Mont.)	1	6	Id.
T. planciana (D, Orb.)	1	2	Id.
T. rotunda (D, Orb.)	3	1	Id.
T. suborbicularis (D, Orb.)		1	Id.
T. reticulata (D, Orb.) var. *carinata* (D, Orb.)		1	Id.
T. trigonula (Lamark)		3	Id.
T. variolata (D, Orb.) (= *bicarinata* Colom)		1	Id.
T. sp.		1	Id.
Massilina secans (D, Orb.)	14	16	Id.
M. secans var. *denticulata* C.	3	5	Id.

Erpecies	Número de ejemplares: De 1,5 mm. a 2 mm.	De 1,0 mm. a 1,5 mm.	Biotopos
M. annectens Schlumb.		1	Posidonia
Miliólidos varios		13	Id.
SORITIDAE:			
Amphisorus hemprichii Ehremb.	2	7	Id.
Peneroplis laevigatus Karrer		4	Id.
P. pertusus (Forskal)	4	6	Id.
P. planatus (F.-M.)	5	49	Id.
NODOSARIIDAE:			
Dentalina sp.		1	Gravilla-conchuela
DISCORBIDAE:			
Discorbis globularis (D, Orb.)		8	Posidonia
D. posidonicola Colom		2	Id.
Discorbis sp. A.		1	Id.
Discorbis sp. B.		1	Id.
Rosalina (Discorbis) vilerdeboana (D, Orb.)		1	Id.
Valvulineria rugosa (D, Orb.)		1	Barros grises
ROTALLIIDAE:			
Ammonia beccarii (Lin.)		3	Posidonia
ELPHIDIIDAE:			
Elphidium crispum L.		7	Gravilla-conchuela
E. macellum (F.-M.)		3	Id.
E. maioricense Colom		2	Id.
GLOBIGERINIDAE:			
Orbulina universa (D, Orb.)		1	Plancton

Especies	Número de ejemplares: De 1,5 mm. a 2 mm.	De 1,0 mm. a 1,5 mm.	Biotopos
CIBICIDIDAE:			
Annulocibicides sp.		5	Posidonia
Cibicides lobatulus (W. J.)	5	82	Id.
C. refulgens Montf.	1	8	Id.
Cibicidella variabilis (D, Orb.)	2	17	Id.
Cyclocibicides vermiculatus (D, Orb.)	9	13	Id.
Dyocibicides biserialis Cush.		1	Id.
PLANORBULINIDAE:			
Planorbulina acervalis Brady	10	45	Posidonia
P. mediterranensis (D, Orb.)	5	56	Id.
ACERVULINIDAE:			
Acervulina acervalis Brady		7	Posidonia
A. inhaerens Schlumb.		27	Id.
HOMOTREMIDAE:			
Miniacina miniacea Pallas	15	40	Posidonia
NONIONIDAE:			
Florilus boueanus (F.-M.) (= *Nonion boueanum)*		1	Gravilla-conchuela

Sedimento organogénico

El material extraído del aparato digestivo de las holoturias está formado en gran parte por sedimentos organogénicos, caparazones de Foraminíferos, fragmentos de algas y posidonias, conchas de pequeños moluscos, púas de equinodermos, etc.

De los 737 foraminíferos estudiados un 14,26% de los mismos tienen una talla media superior al 1,50 mm. e inferior a 2,00 mm. y el 85,74% restante no sobrepasa los 1,50 mm. Todos ellos pertenecen a 80 especies distintas agrupadas en 30 géneros diferentes pertenecientes a 16 familias, 9 de las cuales son características del medio posidonícola.

La *distribución biotópica* de los foraminíferos estudiados es la siguiente:

0,27% corresponden a *barros grises.*
4,61% corresponden a *gravilla-conchuela.*
0,27% corresponden a *gravilla-conchuela y barros grises.*
2,03% corresponden a *algas litorales.*
92,68% corresponden a *posidonia.*
0,13% corresponden a *placton.*

El elemento microfaunístico posidonícola es importantísimo en la ingestión sedimentaria de los holoturioideos de las costas de Mallorca. De la extraordinaria cantidad de tales Foraminíferos, (92,68%), se deduce que dichos equinodermos del Puerto de Sóller hacían vida en profundidades no inferiores a los 30 mts. cuya batimetría nos ofrece unos sedimentos ricos en detritus vegetales y en caparazones de aquellos Foraminíferos que caracterizan las biocenosis o comunidades posidonícolas, tanto epífitas como hipogeas y que luego forman, transportadas por el oleaje, las necrosis litorales de la playa.

De estos Foraminíferos más de un 95% son de tipo «calcareo» y los restantes tienen la pared más o menos «arenacea».

BIOTOPOS	FAMILIAS	N.º de especies	Porcentajes
1) Praderas de *Posidonia*, sedimentos *litorales*, prof. hasta 50 mts.	CIBICIDIDAE	6	19,40
	MILLIOLIDAE	34	18,04
	NUBECULARIDAE	8	16,82
	PLANORBULINIDAE	2	15,73
	SORITIDAE	4	10,44
	HOMOTREMIDAE	1	7,46
	ACERVULINIDAE	2	4,61
	DISCORBIDAE	6	1,89
	ROTALIIDAE	1	0,41
2) Sedimentos *hemipelágicos*, bioclásticos, con gravilla y conchuela, en prof. de 50 a 125 mts.	TEXTULARIDAE	2	2,71
	ELPHIDIIDAE	3	1,62
	NODOSARIIDAE	1	0,13
	NONIONIDAE	1	0,13
3) Sedimentos *eupelágicos* con gravilla-conchuela y barros grises en prof. sup. a los 150 mts.	FISCHERINIDAE	2	0,27
	AMMODISCIDAE	1	0,13
4) *Plancton*	GLOBIGERINIDAE	1	0,13

Naturaleza del caparazón: Todos estos Foraminíferos son más o menos calcáreos excepto los *Textularidae* que son de tipo arenáceo.

Influencia de la posición geográfica y de la profundidad en la distribución de los Foraminíferos

Las defensas naturales y las condiciones batimétricas del Puerto de Sóller condicionan una deposición y distribución de Foraminíferos de tipo meramente litoral, propia de las tranquilas calas del S. de la Isla. Con escasos 20 mts. de profundidad y a pesar de estar situado en la azotada cos-

ta norte mallorquina, queda protegido dicho puerto por la «Punta de Sa Creu» que forma con el »Cap de Sa Pared» su boca de unos 350 mts. de anchura.

Si por su posición geográfica debiera darnos unas zanatocenosis pobres en especies litorales, las defensas naturales condicionan unas características sedimentológicas particulares determinadas por las praderas de posidonias, más abundantes aquí que en las restantes calas o puertos del N. de Mallorca.

No obstante, estos biotopos naturales van siendo modificados no sólo por los aportes terrigenos de la cuenca hidrográfica de Sóller, gracias a los diversos torrentes que desembocan en su Puerto, sino también y de forma irreversible por las poluciones y vertimientos urbanísticos e industriales.

Notas bioecológicas sobre las familias más características

Cibicididae

Hay 143 individuos pertenecientes a 6 especies, que representan un 19,40% del total de Foraminíferos.

Esta familia es eminentemente posidonícola y su ciclo de reproducción puede seguirse facilmente examinando a unos 45 x. las acintadas hojas de dicha zoosteracea, desde la zona rizomática a la superficie fotófila y distal.

Teniendo presente que estos Foraminíferos litorales no sobrepasan un ciclo reproductivo anual en el que alternan las dos formas de reproducción, la asexual con individuos microsféricos y planctónicos y la sexual con seres megalosféricos, que se reproducen en verano y viven sésiles o adheridos a las posidonias y a las algas marinas o alojados en esquirlas y conchas de moluscos, cabe pensar que el crecido número de Foraminíferos ingeridos por estas holoturias, recogidas este invierno en el Puerto de Sóller, corresponderían a la eclosión reproductora sexual del próximo pasado verano. De ello parece dar testimonio la gran cantidad de fragmentos de posidonia ingeridos por las holoturias procedentes sin duda de la total pérdida de hoja que sufren en otoño estas fanerógamas marinas dando lugar a los típicos acúmulos de la mal llamada «alga», en el litoral de Mallorca.

La notable abundancia de *Cibicides lobatulus* nos indica la riqueza de fitodetritus en los sedimentos del Puerto de Sóller. Bien es verdad que esta especie rotaliforme es muy abundante en todo el litoral mallorquín, sin discriminación alguna de facies ya que se halla ligada no a la naturaleza del sedimento sino a la posibilidad de fijación que le ofrece la flora submarina.

Milliolidae

La mayor riqueza específica la ofrece esta familia a la que pertenecen 132 ejemplares distribuídos entre 35 especies, que forman un 18,04% del total de Foraminíferos.

Faltan, debido a la poca profundidad del Puerto de Sóller, las *Sigmoilina, Biloculinella* y *Pirgo* propias de biotopos arenaceo-fangosos, hemipelágicos, de profundidades que oscilan entre los 50 y los 100 mts.

Nubeculariidae

Los nubeculáridos quedan representados por 124 individuos pertenecientes a 8 especies diferentes y cuyo porcentaje es del orden de 16,82.

La *Nubecularia lucifuga* es muy abundante en las hojas de posidonia y la *N. massutiniana* vive sobre todo abrazada a las formaciones más o menos filiformes del piso alguícola. Una y otra viven bien en biotopos que oscilan entre los 10 y los 35 mts. de profundidad e indican un medio templado-cálido, rico en carbonatos.

En las costas de Mallorca es abundantísima esta familia y sobre todo la *Nubecularia lucífuga,* que, según nuestros estudios, fue la especie más característica de las biocenosis posidonícolas del mar tirreniense balear.

Planorbulinidae

Familia exclusivamente litoral, caracterizada aquí con 2 especies que cuentan 116 ejemplares que suponen un 15,73% del total de Foraminíferos.

Soritidae

Esta familia representa un 10,44% del total de Foraminíferos estudiados. Los 77 ejemplares de estos *Soritidae* pertenecen a 4 especies distintas siendo el *Peneroplis planatus* la más numerosa.

En los sedimentos litorales del NE. de Mallorca esta familia de gruesa pared calcárea ofrece un 15,65% y más de un 28% en las dilatadas playas del SW. de la isla.

Los *Soritidae* en el litoral catalán no sobrepasan el 2% del total de Foraminíferos bentónicos (MATEU, 1966), mientras que según GLAÇON (1962) alcanzan un 80% en las costas de Túnez y es BLANC-VERNET (1961) quien registra un 12% en la región de Castellorizo (Mediterráneo Oriental), en contraposición con la ausencia total de los mismos en los sedimentos hemipelágicos de la isla de Córcega.

Estas marcadas diferencias cuantitativas de los *Sorítidae*, en puntos diversos del Mediterráneo, indican su optimum en zonas tropicales o subtropicales, con aguas cálidas y poco profundas tales como las del Oligoceno mallorquín, en donde según COLOM (1935) abundaron estas formas.

La rica variabilidad morfológica de estos *Sorítidae* o *Peneróplidae* estudiada tiempo ha por DREYER (1898), con gran exuberancia de figuras, va en aumento a medida que nos acercamos a las costas más cálidas del Mediterráneo. Su diversidad de formas intermedias condujo a BRADY (1884) a considerarlas como simples variaciones estacionales o locales de una misma especie, pero tal opinión no parece adaptarse a aquellas formas definidas y extremas que desde el Triásico al Reciente, y particularmente en el Eoceno alcanzan una ontogénesis con últimas formas que a través del Tirreniense mallorquín siguen proliferando enormemente en nuestros días.

Homotremidae

La especie *Miniacina miniacea* Pallas queda representada con 55 individuos que integran el 7,46% del total de Foraminíferos contenidos en los 3,91 grs. de material estudiado.

Son rizópodos muy comunes en las biocenosis posidonícolas de las costas de Mallorca cuya estructura cristalográfica y naturaleza mineralógica

fue objeto de un estudio (MATEU, 1965) a base de materiales procedentes de la Bahía de Alcudia (Mallorca).

Tales formaciones dendroides, precoralígenas, viven adheridas por su base planispiralada a las hojas y rizomas de la *Posidonia oceánica* Delile cuyos fragmentos tanto abundan en el contenido gástrico de las holoturias.

Conclusiones

Del estudio microfaunístico del contenido gástrico de las holoturias se desprende un régimen alimenticio sedimentario y omnívoro de estos equínidos. Las circumvoluciones de su largo y cilíndrico aparato digestivo aparecen llenas de aquellos fragmentos vegetales y pequeños organismos propios de los sedimentos litorales.

El 94,80% del total de Foraminíferos extraídos del contenido gástrico de estos holoturioideos, son claramente litorales y posidonícolas. De ellos son epífitos los *Cibicididae, Planorbulínidae, Homotrémidae, Acervulínidae* y *Discorbidae.* Otros viven generalmente en las rizomas de *Posidonia oceánica* Delile, así los *Milliolidae, Nubecularidae* y algunos *Homotremidae.* Finalmente los *Rotalidae* y *Soritidae* su constitución morfológica les permite adaptarse fácilmente a una vida más o menos libre del medio subposidonícola.

En Mallorca, la exuberante vegetación primaveral de las praderas submarinas de Posidonia ofrece en las bahías y calas más protegidas un adecuado biotopo para la eclosión de primavera-verano de tantos Foraminíferos litorales, ricamente calcificados unos y debilmente hialinos otros.

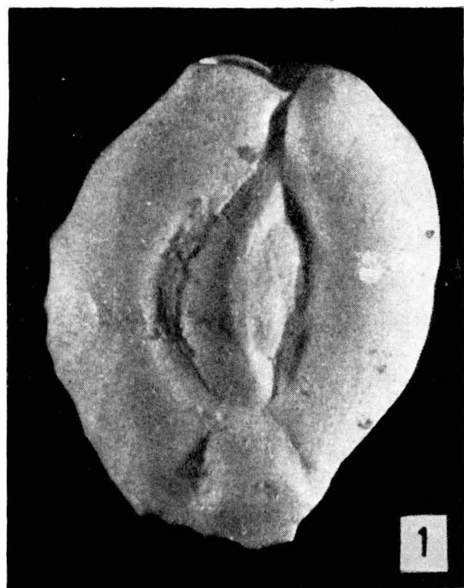
Las holoturias, cuya locomoción habitual se realiza por los pies ambulacrales del trivio o zona del cuerpo que descansa sobre el suelo, ingieren este sedimento detrítico que les sirve de habitat con tan escasa actividad metabólica sobre los caparazones calcáreos de los Foraminíferos bentónicos que les dejan casi intactos y facilmente reconocibles para su sistemática y bioecología.

El Puerto de Sóller, con sus escasos 20 mts. de profundidads y sus particulares condiciones batimétricas y geográficas, sufre una deposición sedimentaria meramente litoral cuya zonación de necrosis o acúmulos de ca-

parazones vacíos es la típica de las playas de Mallorca, formada casi exclusivamente por Foraminíferos posidonícolas y con escasa influencia de factores de naturaleza hidrobática en la distribución irregular de los mismos.

Summary

In this work are studied the Foraminifera which are eaten as food by Echinoderms. The results are specially obteined in examinations on specimens of *Holoturia* sp. from Sóller, Mallorca (Spain).



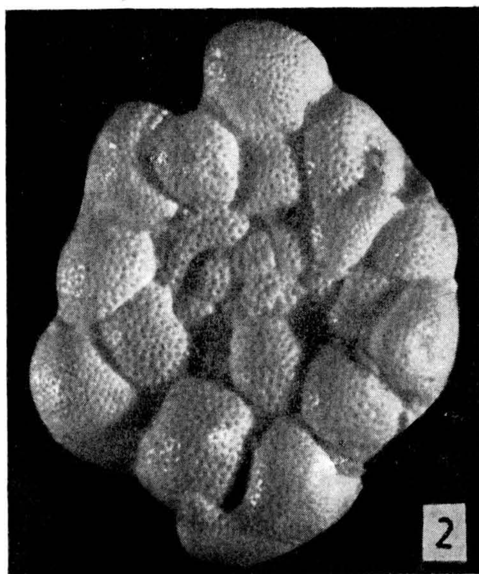
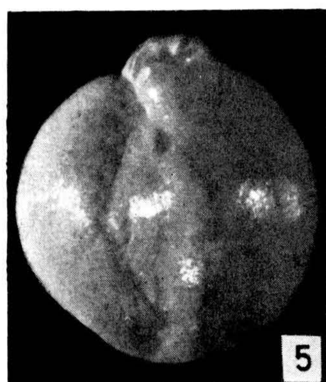
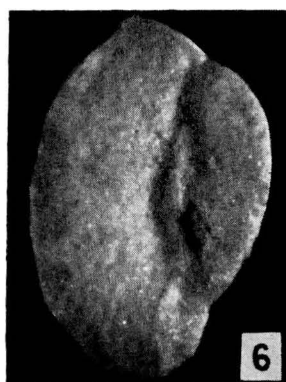






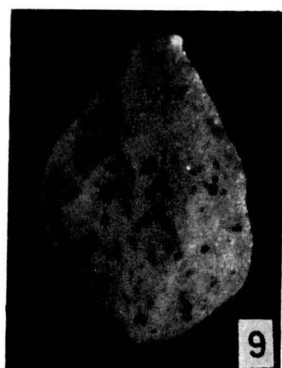
Fig. 1. – *Massilina secans* (D'Orb.) var. *denticulata* (Costa) (x 40).
Fig. 2. – *Planorbulina mediterranensis* D'Orb. (x 60).
Fig. 3. – *Vertebralina striata* D'Orb. (x 60).
Fig. 4. – *Peneroplis planatus* (Fichtel & Moll) (x 60).











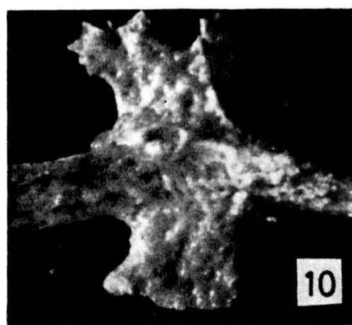


Fig. 5.—*Quinqueloculina lamarckiana* D'Orb. (x 50).
Fig. 6.—*Triloculina cuneata* Karrer (x 75).
Fig. 7.—*Quinqueloculina disparilis* D'Orb. (x 50)
Figs. 8 y 9 —*Quinqueloculina laticollis* Le Calvez (x 50).
Fig. 10.—*Miniacina miniacea* (Pallas) (x 16).



Fig. 11. – Contenido gástrico de *Holoturia* sp. con abundancia notable de *Miniacina miniacea* (Pallas) entre numerosos fragmentos de *Posidonia oceanica* Delile, espinas de equinodermos, conchas de moluscos, etc. (x 12).

BIBLIOGRAFIA

BLANC-VERNET, L.—Note preliminaire sur les Foraminiferes de la region de Castellorizo. *Bull. Stac. Marit. d'Endoume,* n.° 21, fasc. 34, pp. 99-101.

BRADY, H. B.—1884. Report on the Foraminifera dregget by H. M. S. «Challenger» during the years 1873-1876. *Rep. Voy. «Challenger», Zoology, vol. 9.*

COLOM, G.—1935. Las especies de la familia *Peneroplidae* actuales y fósiles de las Baleares. *Bol. Soc. Española Hist, Nat.,* vol. 35, pp. 83-102, lams. 6-15, 5 figs.

COLOM, G.— 1964. Estudios sobre la sedimentación costera balear (Mallorca y Menorca). *Mem. Acad. Cien. y Artes.* Barcelona, Vol. XXXIX, n.° 15, pp. 495-550, lams. 1-19.

DREYER, F.—1898. *Peneroplis.* Eine Studie zur biologischen Morphologie und zur Speciesfrage. Leipzip, 119 pags., 5 pl., 25 figs.

GLAÇON, G.— 1962. Foraminiferes des depots actuels des cotes de Tunisie Sud Orientale. (These pour le Doct. és Sc. Nat.). *Publ. Fac. Scien. Montpellier.* Pp. 1-270, pl. X-XXIV, figs. 1-42, tab. 1-39.

MATEU, G.—1965a. Contribución al conocimiento de los Foraminíferos Homotrémidos. *Publ. Inst. Biolog. Aplic.* (Barcelona, C.S.I.C.), Tom. XXXVIII, pp. 5-15, figs. 1-9.

———.—1965b. Datos para el estudio de los Foraminíferos alguícolas del litoral de Blanes (Gerona). *Publ. Inst. Biol. Aplic.* Tom. XXXIX, pp. 129-135, figs. 1-8.

———.—1966. Estudio Sistemático y Bioecológico de los Foraminíferos del litoral catalano-balear. *Publ. Universidad Barcelona.* Pp.. 1-19, figs. 1-5.

———.—1968. Contribución al conocimiento de los Foraminíferos que sirven de alimentos a los moluscos bivalvos. *Publ. Inst. Biol. Aplic.* Tomo XLIV, págs. 81-102, figs. 1-10.